

DERWENT-ACC-NO: 1996-359051

DERWENT-WEEK: 199636

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: **Direct injection** type diesel **engine** - has sub-injection nozzle that injects fuel to combustion chamber along with **main injection** nozzle when **load** increases

PATENT-ASSIGNEE: NISSAN MOTOR CO LTD[NSMO]

PRIORITY-DATA: 1994JP-0313537 (December 16, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 08170560 A	July 2, 1996	N/A	012	F02D 041/40

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 08170560A	N/A	1994JP-0313537	December 16, 1994

INT-CL (IPC): F02B023/06, F02D041/04, F02D041/40, F02D043/00, F02D045/00, F02M025/07

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 08170560A

BASIC-ABSTRACT:

The diesel engine consists of a sub-injection unit (1) and a main injection unit (b). The main injection unit injects fuel to combustion chamber at a higher rate than the sub-injection unit.

A noise judgment unit (c) judges the noise radiated from the engine and operates a fuel injection timing control unit (d) which controls a fuel injection timing of the sub-spray nozzle and the main injection nozzle, independently according to operating conditions. When the load increases, the sub-injection nozzle injects fuel to the combustion chamber along with the main injection nozzle.

ADVANTAGE - Suppresses noise radiated from engine. Shortens ignition lag period.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.22/22

TITLE-TERMS: **DIRECT INJECTION** TYPE DIESEL **ENGINE** SUB INJECTION NOZZLE INJECTION FUEL COMBUST CHAMBER **MAIN INJECTION** NOZZLE **LOAD** INCREASE

DERWENT-CLASS: Q52 Q53 X22

EPI-CODES: X22-A03A1; X22-A20C;

SECONDARY-ACC-NO:  
Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1996-302608

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-170560

(43) 公開日 平成8年(1996)7月2日

(51) Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/40		D 9523-3G		
F 0 2 B 23/06		M		
F 0 2 D 41/04	3 8 5	B		
		C		
43/00	3 0 1	J		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-313537

(22) 出願日 平成6年(1994)12月16日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 浦木 洋一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

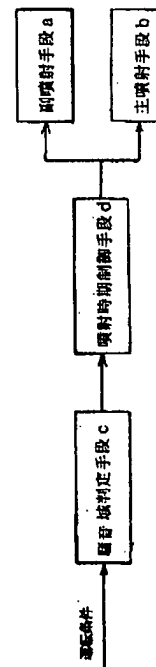
(74) 代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

(54) 【発明の名称】 直噴式ディーゼルエンジン

(57) 【要約】

【目的】 直噴式ディーゼルエンジンから放射音が発生することを運転条件の広い範囲に渡って抑える。

【構成】 直噴式ディーゼルエンジンにおいて、燃焼室に燃料を副噴射する副噴射手段aと、燃焼室に燃料を副噴射より高い噴射率で主噴射する主噴射手段bと、エンジンから放射音が発生する可能性がある運転域を判定する騒音域判定手段cと、放射音が発生する可能性がある運転域で副噴射を主噴射より先行させる噴射時期制御手段dとを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ピストンの頂部に画成される燃焼室と、  
燃焼室に燃料を噴射する副噴射ノズルと、  
燃焼室に燃料を副噴射ノズルより高い噴射率で噴射する  
主噴射ノズルと、  
運転条件に応じて副噴射ノズルと主噴射ノズルからの噴  
射時期を独立して制御する噴射時期制御手段と、  
を備えたことを特徴とする直噴式ディーゼルエンジン。

【請求項2】ピストンの頂部に画成される燃焼室と、  
燃焼室に燃料を副噴射する副噴射手段と、  
燃焼室に燃料を副噴射より高い噴射率で主噴射する主噴  
射手段と、

エンジンから放射音が発生する可能性がある運転域を判  
定する騒音域判定手段と、

エンジンから放射音が発生する可能性がある運転域で副  
噴射を主噴射より先行させる噴射時期制御手段と、  
を備えたことを特徴とする直噴式ディーゼルエンジン。

【請求項3】ピストンの頂部に画成される燃焼室と、  
燃焼室に燃料を副噴射する副噴射手段と、  
燃焼室に燃料を副噴射より高い噴射率で主噴射する主噴  
射手段と、

低速低負荷域で中速中負荷域よりEGR率を高め、かつ  
噴射時期を遅らせる燃焼制御手段と、

低速低負荷域で副噴射を主噴射より先行させず、中速中  
負荷域で副噴射を主噴射より先行させ、高速高負荷域で  
副噴射を主噴射より先行させる噴射時期制御手段と、  
を備えたことを特徴とする直噴式ディーゼルエンジン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、直噴式ディーゼルエン  
ジンの改良に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】直噴式ディーゼルエンジンから発生する  
放射音は、負荷と共に増大する負荷依存性があるが、高  
負荷域では着火遅れ期間が短縮されるため、高負荷域よ  
り低中負荷域の方で騒音が大きい傾向がある。

【0003】従来の直噴式ディーゼルエンジンとして、  
本出願人により特願平4-263570号として既に提  
案されたものは、運転条件に応じてEGR率を高めるこ  
とにより、燃焼温度が低くなってNOx濃度を低下させ  
ると同時に、噴射時期を遅らせることにより、拡散燃焼  
より予混合気燃焼の占める割合を大きくし、スモークの  
排出量を低下させるようになっている。

【0004】このように、EGR率を高めるとともに、  
噴射時期を遅らせることにより、緩やかな燃焼となり、  
筒内圧力の急激な上昇が抑えられ、燃焼加振力の立ち上  
がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられ  
る。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このよ

うなEGR率と噴射時期の制御が行われる直噴式ディー  
ゼルエンジンにあっては、負荷の上昇に伴って排気温度  
が過度に上昇することを避けるため、噴射時期を進める  
必要があり、低速低負荷域よりむしろ中速中負荷域で1  
KHz以上の放射音が発生する可能性がある。

【0006】また従来から、エンジンから発生する騒音  
を低減するため、運転条件に応じて初期噴射率を制御し  
ているが、1つの燃焼室に対して1本の噴射ノズルから  
燃料を噴射する構造により、初期噴射率の設定幅を小さ  
く、エンジンから発生する騒音を十分に低減することが  
できない(特開平1-155053号公報、特開平1-  
155054号公報、参照)。

【0007】本発明は上記の問題点を解消し、直噴式デ  
ィーゼルエンジンから放射音が発生することを運転条件  
の広い範囲に渡って抑えることを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の直噴式  
ディーゼルエンジンは、ピストンの頂部に画成される燃  
焼室と、燃焼室に燃料を噴射する副噴射ノズルと、燃焼  
室に燃料を副噴射ノズルより高い噴射率で噴射する主噴  
射ノズルと、運転条件に応じて副噴射ノズルと主噴射ノ  
ズルからの噴射時期を独立して制御する噴射時期制御手  
段と、を備える。

【0009】請求項2に記載の直噴式ディーゼルエンジ  
ンは、図21に示すように、ピストンの頂部に画成され  
る燃焼室と、燃焼室に燃料を副噴射する副噴射手段a  
と、燃焼室に燃料を副噴射より高い噴射率で主噴射する  
主噴射手段bと、エンジンから放射音が発生する可能性  
がある運転域を判定する騒音域判定手段cと、エンジン  
から放射音が発生する可能性がある運転域で副噴射を主  
噴射より先行させる噴射時期制御手段dと、を備える。

【0010】請求項3に記載の直噴式ディーゼルエンジ  
ンは、図22に示すように、ピストンの頂部に画成され  
る燃焼室と、燃焼室に燃料を副噴射する副噴射手段a  
と、燃焼室に燃料を副噴射より高い噴射率で主噴射する  
主噴射手段bと、低速低負荷域で中速中負荷域よりEGR  
率を高め、かつ噴射時期を遅らせる燃焼制御手段e  
と、低速低負荷域で副噴射を主噴射より先行させず、中  
速中負荷域で副噴射を主噴射より先行させ、高速高負荷  
域で副噴射を主噴射より先行させる噴射時期制御手段f  
と、を備える。

## 【0011】

【作用】請求項1に記載の直噴式ディーゼルエンジンに  
おいて、副噴射ノズルからの噴射を主噴射ノズルからの  
噴射と同時に開始することにより、初期噴射率を高めら  
れる。

【0012】例えば、低負荷域に、噴射時期を上死点よ  
り遅らせるとともに、副噴射ノズルからの噴射を主噴射  
ノズルからの噴射と同時に開始することにより、初期噴  
射率を高められ、拡散燃焼より予混合気燃焼の占める割

合を大きくし、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0013】また、高速域に、副噴射ノズルからの噴射を主噴射ノズルからの噴射と同時に開始することにより、初期噴射率を高められ、出力性能の向上がはかられるとともに、スモークの低減がはかられる。

【0014】副噴射ノズルからの噴射を主噴射ノズルからの噴射より先行させることにより、初期噴射率を低下させられる。

【0015】例えば、中負荷域に、噴射時期を上死点より進めるとともに、副噴射ノズルからの噴射を主噴射ノズルからの噴射より先行させて、初期噴射率を低下させることにより、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0016】このようにして、1つの燃焼室に対して2本の噴射ノズルから燃料を噴射する構造により、初期噴射率の設定幅を広げられ、噴射時期に応じて着火遅れ期間を適正に制御することが可能となる。

【0017】請求項2に記載の直噴式ディーゼルエンジンにおいて、高周波音が発生するエンジン運転域で、副噴射を主噴射より先行させることにより、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑え、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0018】請求項3に記載の直噴式ディーゼルエンジンにおいて、低速低負荷域では、EGR率を高めることにより、燃焼温度を低くしてNOx濃度を低下させると同時に、噴射時期を遅らせることにより、拡散燃焼より予混合気燃焼の占める割合を大きくし、スモークの排出量を低下させる。

【0019】さらに、EGR率を高めるとともに、噴射時期を遅らせることにより、緩やかな燃焼となり、筒内圧力の急激な上昇が抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0020】ところが、負荷の上昇に伴って排気温度が過度に上昇することを避けるため、噴射時期を進める必要があり、低速低負荷域よりむしろ中速中負荷域で放射音が発生する可能性がある。

【0021】中負荷域で噴射時期を低負荷域ほど遅角できないことに対処して、副噴射を主噴射より先行させることにより、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0023】図2に示すように、直噴式ディーゼルエンジン21は、ピストン15の頂部に燃焼室16が形成される。一つの燃焼室16に副噴射ノズル17と主噴射ノ

ズル19が臨んで設けられる。

【0024】図4に示すように、副噴射ノズル17の噴射率は、主噴射ノズル19に比べて小さくなるように設定されている。

【0025】図1において、20は、燃料の噴射時期と燃料の噴射量が電子制御される燃料噴射ポンプである。燃料噴射ポンプ20から圧送される燃料が、配管18を通して副噴射ノズル17と主噴射ノズル19に導かれる。

【0026】23は吸気通路、25は排気通路、41は排気中のパーティキュレート等を捕集するフィルタ、42は排気音を低減する排気マフラーである。

【0027】26は排気通路25と吸気通路23とを連通するEGR通路、27は制御負圧に応動するダイヤフラム式のEGR弁である。

【0028】28は負圧制御弁で、コントロールユニット31からのデューティ信号に応じてバキュームポンプ29からの一定負圧を3段階に調整する。たとえば、負圧調整弁28へのOFFデューティ（一定周期のOFF時間割合）が最大値で一定負圧がそのままEGR弁27に導入されるときは、排出ガスの50%が還流される。これはEGR率（ $\text{EGR量} / \text{新気量} \times 100\%$ ）が100%に相当する。OFFデューティが段階的に小さくなると、EGR弁27への制御負圧の減少によりEGR弁開度が小さくなってEGR流量が少なくなる。つまり、OFFデューティを小さくするとEGR率が60%、30%と小さくなる。

【0029】こうして得られる3段階のEGR率は、運転条件に対して図3のように設定している。図において、中速中負荷域と低速の全負荷域でEGR率は100%である。これに対して、高速高負荷域においては、燃焼期間が長びいてスモークの発生を完全に抑えることができないため、さらには排気温度の上昇およびEGR流量の増大で吸気温度が上昇し、EGRによるNOx低減の効果が減少することなどのため、EGR率を60%、30%と段階的に減少させている。

【0030】EGR率をエンジンの運転条件に応じて制御するため、マイコンからなるコントロールユニット31が設けられ、コントロールユニット31では、アクセル開度（アクセルペダル開度）を検出するセンサ、エアクリーナ35を介して吸気通路23に取り入れられる吸入空気量Qを検出するエアフローメータ33からの信号と、後述するリファレンスパルス、スケールパルスにもとづいてEGR流量を段階的に制御する。

【0031】エンジンの発生するトルクとエンジン回転数に対して図3に示したEGR率（目標EGR率）の特性が得られるように、アクセル開度（エンジン負荷相当量）Accとエンジン回転数Neをパラメータとするマップ（図示せず）を設定しておき、このマップをルックアップして、そのときの目標EGR率を求める。これと

エアフローメータ流量（新気量）とからEGR流量を  
 $EGR \text{ 流量} = \text{エアフローメータ流量} \times \text{目標EGR率}$   
 により計算し、この流量のEGRガスが流れるように負  
 圧制御弁28へのOFFデューティを決定するのであ  
 る。

【0032】燃焼室16に流入する吸気にスワールを生  
 起する手段として、図5と図6に示すように、いわゆる  
 ヘリカル型の吸気ポート46（略直線状の吸気路46a  
 と吸気弁軸回りの渦巻状路46bとで形成される）の渦  
 巻状路46bの近くに位置して回転自在に設けられる回  
 転ブレード47と、このブレード47に連結させたリンク  
 機構49、このリンク機構49を駆動するアクチュエ  
 ータからなり、ブレード47の回転位置でスワール比の  
 調整が可能である。たとえば、図5のブレード位置で高  
 スワール比となり、ブレード47が図6の位置までく  
 ると低スワール比になる。この回転ブレード方式はレスポ  
 ンスも早く、広範囲でスワール制御が可能である。その  
 ため、スワール比に敏感に反応するHCの制御に適して  
 いる。

【0033】運転条件に対するスワール比の特性を図7  
 に示すと、低速になるほどスワール比を高くしている。  
 高速域では高スワール比に伴う体積効率の低下があらわ  
 になるし、噴射圧の高圧化による燃焼改善がスワールの  
 必要性を弱めることから、回転数が大きくなるほど段階  
 的にスワール比を減少させるのである。

【0034】なお、可変スワール用のアクチュエータ  
 は、図示しないが2ステージスプリング付きのダイヤフ  
 ラム式アクチュエータと、このアクチュエータに負圧源  
 からの一定負圧に大気を希釈することにより3段階に制  
 御負圧を作り出す負圧制御弁とから構成する。

【0035】ところで、EGR率を大きくするとNOx  
 濃度を低減できるものの、その一方でスモーク濃度が急  
 激に上昇する。この場合に、スワールを強化することによ  
 って拡散燃焼時のミキシングを向上させるだけの対策  
 だと、高EGR率でのスモーク濃度が不十分にしか低減  
 されない。

【0036】これに対処するため、コントロールユニ  
 ット31では、図8に示すマップに基づき、1/2負荷よ  
 りも低いMK領域では、EGR率を高め、スワール比を  
 高めるとともに、噴射時期を上死点より遅らせる制御を  
 行う。噴射時期を上死点より遅らせることにより、拡散  
 燃焼より予混合気燃焼の占める割合を大きくし、NOx  
 濃度とスモーク濃度の両方を低減する。

【0037】コントロールユニット31では電磁弁14  
 の開くタイミング（噴射時期相当量）を制御する。図9  
 は燃料の噴射時期と噴射期間（噴射量）を制御するため  
 のフローチャートで、一定周期で実行する。

【0038】まず、エンジン回転数Ne、アクセル開度  
 Acc、冷却水温TWおよび燃料温度TFを読み込む  
 （ステップ1）。なお、エンジン回転数Neは、リファ

レンスパルス（噴射ポンプ20の1回転当たり1個のバ  
 ルス）とスケールパルス（噴射ポンプ20の1回転当  
 たり36個のバルス）から計算する。冷却水温TWと燃料  
 温度TFは各センサ34、35で検出している。

【0039】読み込まれたエンジン回転数Neとアクセル  
 開度Accからは燃料の基本噴射時期Itmと燃料の  
 基本噴射期間Avmの各マップをそれぞれルックアップ  
 して求める（ステップ2）。

【0040】基本噴射時期Itmのマップは、予め定め  
 られた噴射時期特性が得られるようにアクセル開度Acc  
 とエンジン回転数Neをパラメータとして定めたマッ  
 プ（図示せず）である。基本噴射期間Avmは、図10  
 のようにアクセル開度Accが大きくなるほど長くして  
 いる。

【0041】一方、燃料温度TFと冷却水温TWからは  
 噴射時期補正量ΔItmを求め、これを基本噴射時期Itm  
 に加算することによって噴射時期を補正する（ステ  
 ップ3、4）。

【0042】噴射時期補正量ΔItmは2つの補正量Δ  
 Itm1、ΔItm2の和で、図11が燃料温度補正量Δ  
 Itm1の特性、図12が水温補正量ΔItm2の特性で  
 ある。いずれの特性においても低温になるほど進角補正  
 量を大きくするのは、低温になるほど燃焼速度が遅くな  
 るからである。言い換えると温度補償を行うのである。

【0043】こうして得た噴射時期IT（=Itm+Δ  
 Itm）と基本噴射期間Avmとは所定のアドレスに格  
 納する（ステップ5）。この噴射時期ITで上記の電磁  
 弁14が閉じられ、その閉弁タイミングより基本噴射期  
 間Avmが経過したタイミングで電磁弁14が開かれる  
 のである。

【0044】図13は燃料の噴射時期を上死点前にした  
 場合と上死点後にした場合のEGR率に対するNOxと  
 スモークの各濃度特性を示し、上死点前の噴射時期（IT  
 =-4ATDC）ではEGR率が高くなるのに伴い、  
 NOx濃度は減少するもののスモーク濃度が急激なカー  
 ブで上昇している。

【0045】これに対して、上死点後の噴射時期（IT  
 =+4ATDC）になると、スモーク濃度までが低下傾  
 向を示している。スモーク濃度がこのように減少するの  
 は、図中に示した熱発生パターンをみればわかるよう  
 に、噴射時期の極端な遅延と高EGR率の組み合わせに  
 より、着火遅れ期間が大幅に長くなり、燃焼の大半が予  
 混合気燃焼になっているためと思われる。つまり、EG  
 R率あまり高くない場合に噴射時期を上死点後まで遅  
 らせたのでは、図14に示したようにスモーク濃度の上  
 昇傾向を抑制することはできないのであるが、この例で  
 は燃焼の大半が予混合気燃焼となるため、高EGR率の  
 運転域でもスモーク濃度を大幅に低減できるのである。

【0046】図13には上死点後のクランク角度が4度  
 の例で示しているが、予混合気燃焼と拡散燃焼の臨界点

はエンジンの機種により異なるので、上死点後何度にするかはエンジンごとのマッチングにより定めることになる。

【0047】また、図15に燃料消費率の特性を示すと、この例での噴射時期の遅延により等容率は悪化するものの、その一方で燃焼温度の低下によって冷却損失が大幅に低減するため、噴射時期を遅延させるからといって燃料消費率が悪化することはない。なお、等容率とは仕事変換効率を意味させており、仕事変換率は

$$\text{仕事変換効率} = \frac{\text{図示仕事}}{\text{熱発生量}} = \frac{\text{図示効率}}{(1 - \text{冷却損失})}$$

により定義される値のことである。

【0048】この例では燃料温度や冷却水温が低くなるほど噴射時期を進角補正することで温度補償を行い、これによって低温時にも高温時と同じ着火時期が得られる。

【0049】ところで、直噴式ディーゼルエンジンは、燃焼室16に臨む燃料噴射ノズル18から燃料が高圧で噴射されることにより燃焼し、図16に示すように燃料噴射量Qに応じて筒内圧力が上昇し、図17に示すように、直噴式ディーゼルエンジン(DI)の方が、副室式ディーゼルエンジン(IDI)に比べて騒音レベルが高くなる。

【0050】直噴式ディーゼルエンジンにおいて、低EGR率下で上死点前に燃料が噴射されると、図18に示すように、筒内圧力が上死点の近傍で急激に上昇し、燃焼加振力が急激に立ち上がることに、1kHz以上の高周波入力が増大し、放射音が発生する。

【0051】高EGR率下で噴射時期を上死点より遅らせると、緩やかな燃焼となり、図16に示すような筒内圧力の急激な上昇が抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにし、放射音が発生することを防止できる。

【0052】したがって、高EGR率下で噴射時期を上死点後まで遅らせるMK領域では、緩やかな燃焼となり、放射音の発生が抑えられるのに比べて、低EGR率下で上死点の近傍で燃料噴射が行われる中速中負荷域では、急激な燃焼加振力の立ち上がり、放射音が増大する。直噴式ディーゼルエンジン21は、中負荷域の方が高負荷域より騒音が大きくなる傾向がある。

【0053】本発明は、この中負荷域で騒音が増大することに対処して、低EGR率下で上死点の近傍で燃料噴射が行われる中速中負荷域では、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射より先行させるように噴射時期を制御し、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑えて、放射音の発生を抑えるようにする。そして、低速低負荷域と高速高負荷域では、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射より先行させないように噴射時期を制御する。

【0054】コントロールユニット31は、図8に示すマップに基づき、エンジン負荷と回転数に応じて、EGR

R率、スワール比および噴射時期を制御する。

【0055】すなわち、1/2負荷よりも低いMK領域では、EGR率を高め、スワール比を高め、噴射時期を上死点より遅らせるとともに、図19に示すように、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始する。

【0056】中速中負荷域では、低EGR率下で噴射時期を上死点の近傍に調節するとともに、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射より先行させて行うように制御する。すなわち、中負荷域では、図4に示すように、副噴射ノズル17からの副噴射を終わらせてから、主噴射ノズル19からの主噴射を比較的高い噴射率と、比較的高い噴射期間で行うように設定される。

【0057】高速高負荷域(吸気冷却領域)では、低EGR率下で噴射時期を上死点より進めるとともに、図19に示すように、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始する。

【0058】図20のフローチャートはコントロールユニット31において実行される上記制御プログラムを示しており、これは一定周期毎に実行される。

【0059】これについて説明すると、まずステップ11でエンジン回転数が所定値(例えば3000rpm)以下かどうかを判定する。

【0060】エンジン回転数が所定値より高い高速域では、ステップ15に進んで、図19に示すように、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始する。

【0061】高速高負荷域で副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始することにより、初期噴射率を高められ、出力性能の向上がはかれるとともに、スモークの低減がはかれる。

【0062】3000rpm程度以上の高速域では、着火遅れ期間が相対的に短縮され、燃焼圧力の加振力よりもピストン15、コンロッド等や動弁機構等の機械系からの加振力が支配的になり、エンジン21から発生する騒音は相対的に小さく抑えられる。

【0063】エンジン回転数が所定値以下の低速域では、ステップ12に進んで図8のマップに基づいてMK領域にあるかどうかを判定する。

【0064】MK領域では、ステップ16に進んで、図19に示すように、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始する。

【0065】続いて、ステップ17で、EGR率を高め、スワール比を高め、噴射時期を上死点より遅らせる。

【0066】これにより、1/2負荷よりも低いMK領域では、EGR率を高め、噴射時期を上死点より遅らせるとともに、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射と同時に開始して初期噴射率を高

めることにより、拡散燃焼より予混合気燃焼の占める割合を大きくし、緩やかな燃焼となり、図18に示すように、筒内圧力の急激な上昇が抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0067】MK領域でない場合は、ステップ13で、EGR弁27を閉じ、噴射時期を上死点の近傍に進める。

【0068】続いて、ステップ14に進んでエンジン回転速度変化率が所定値より小さいかどうかが判定される。エンジン回転速度変化率が所定値より小さい場合、ステップ18に進んで副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射より先行させて行う。

【0069】このように、1/2〜3/4負荷程度の中負荷域で噴射時期を上死点より遅角することができないことに対処して、副噴射ノズル17からの副噴射を主噴射ノズル19からの主噴射より先行させて、初期噴射率を低下させることにより、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑えられ、燃焼加振力の立ち上がりを緩やかにして、放射音が発生することを抑えられる。

【0070】以上の制御により、低負荷域から高負荷域に渡って放射音が発生することが抑えられ、直噴式ディーゼルエンジン特有の高周波騒音が発生しないようにすることができる。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように請求項1に記載の直噴式ディーゼルエンジンは、ピストンの頂部に画成される燃焼室と、燃焼室に燃料を噴射する副噴射ノズルと、燃焼室に燃料を副噴射ノズルより高い噴射率で噴射する主噴射ノズルと、運転条件に応じて副噴射ノズルと主噴射ノズルからの噴射時期を独立して制御する噴射時期制御手段とを備えたため、初期噴射率の設定幅を広げられ、噴射時期に応じて着火遅れ期間を適正に制御することが可能となり、排気エミッションと主力性能を改善するとともに、放射音が発生することを運転条件の広い範囲に渡って抑えられる。

【0072】請求項2に記載の直噴式ディーゼルエンジンは、高周波音が発生するエンジン運転域で、副噴射を主噴射より先行させる構成により、着火遅れ期間を短縮し、筒内圧力の急激な上昇を抑え、燃焼加振力の立ち上がり

を緩やかにして、放射音が発生することを運転条件の広い範囲に渡って抑えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すシステム図。

【図2】エンジンの断面図。

【図3】EGR率の特性図。

【図4】噴射パターンを示す模式図。

【図5】高スワール時の回転ブレード位置を示す斜視図。

【図6】低スワール時の回転ブレード位置を示す斜視図。

【図7】スワール比の特性図。

10 【図8】吸気を加熱する運転域を設定したマップ。

【図9】噴射時期と噴射期間の制御を説明するためのフローチャート。

【図10】基本噴射期間 $A_{vm}$ の特性図。

【図11】燃料温度補正量 $\Delta I_{tm1}$ の特性図。

【図12】燃料温度補正量 $\Delta I_{tm2}$ の特性図。

【図13】EGR率に対するスモークと $NO_x$ の各濃度特性図。

【図14】噴射時期に対するスモークと $NO_x$ の各濃度特性図。

20 【図15】EGR率に対する冷却損失、等容度、燃料消費率の各特性図。

【図16】燃料噴射量に応じたクランク角度に対する筒内圧力の特性図。

【図17】図示平均有効圧に対する騒音レベルの特性図。

【図18】噴射時期制御に応じたクランク角度に対する筒内圧力の特性図。

【図19】噴射パターンを示す模式図。

30 【図20】吸気の加熱制御等を説明するためのフローチャート。

【図21】請求項2に記載の発明を示すクレーム対応図。

【図22】請求項3に記載の発明を示すクレーム対応図。

【符号の説明】

15 ピストン

16 燃焼室

17 副噴射ノズル

19 主噴射ノズル

40 20 燃料噴射ポンプ

21 直噴式ディーゼルエンジン

23 吸気通路

25 排気通路

26 EGR通路

27 EGR弁

28 負圧制御弁

31 コントロールユニット

a 副噴射手段

b 主噴射手段

50 c 運転域判定手段



11

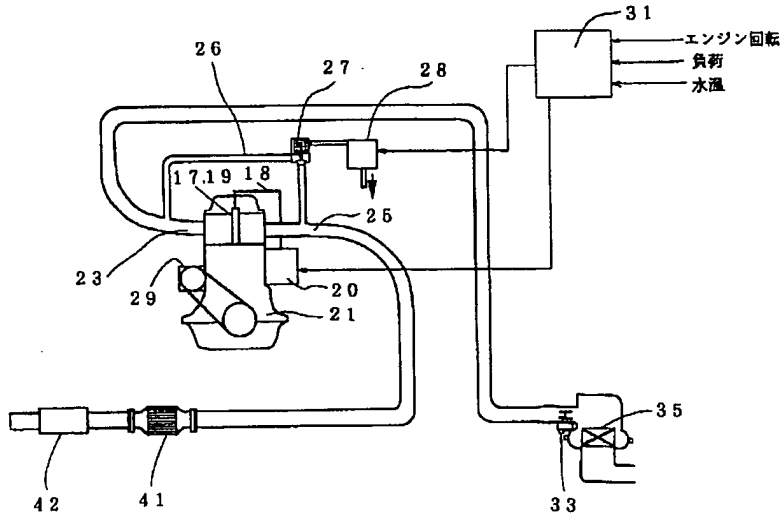
12

d 噴射時期制御手段

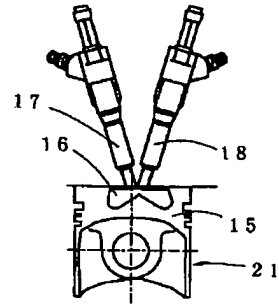
f 噴射時期制御手段

e 燃焼制御手段

【図1】



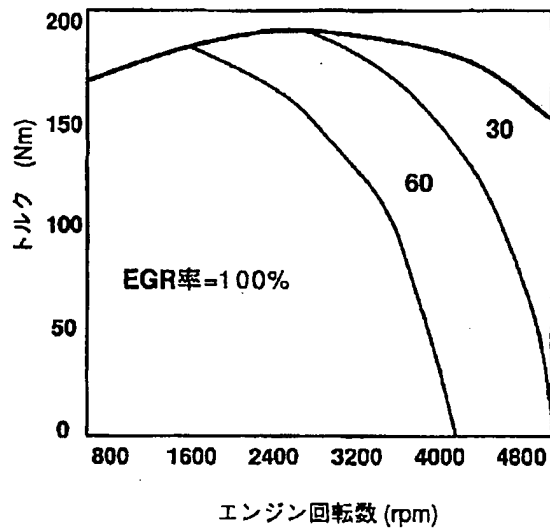
【図2】



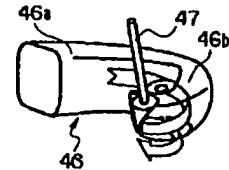
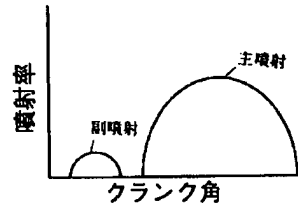
- 15 ピストン
- 16 燃焼室
- 17 副噴射ノズル
- 19 主噴射ノズル
- 21 直噴式ディーゼルエンジン

【図5】

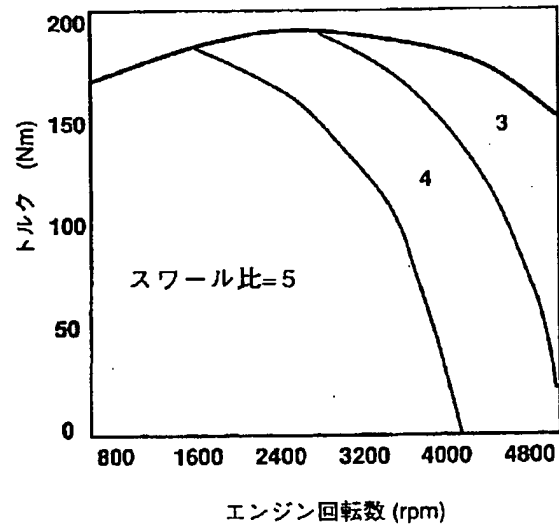
【図3】



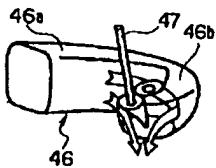
【図4】



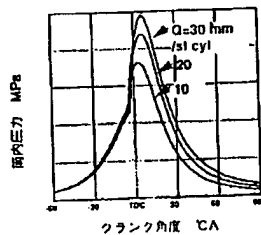
【図7】



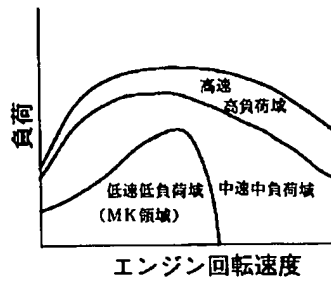
【図6】



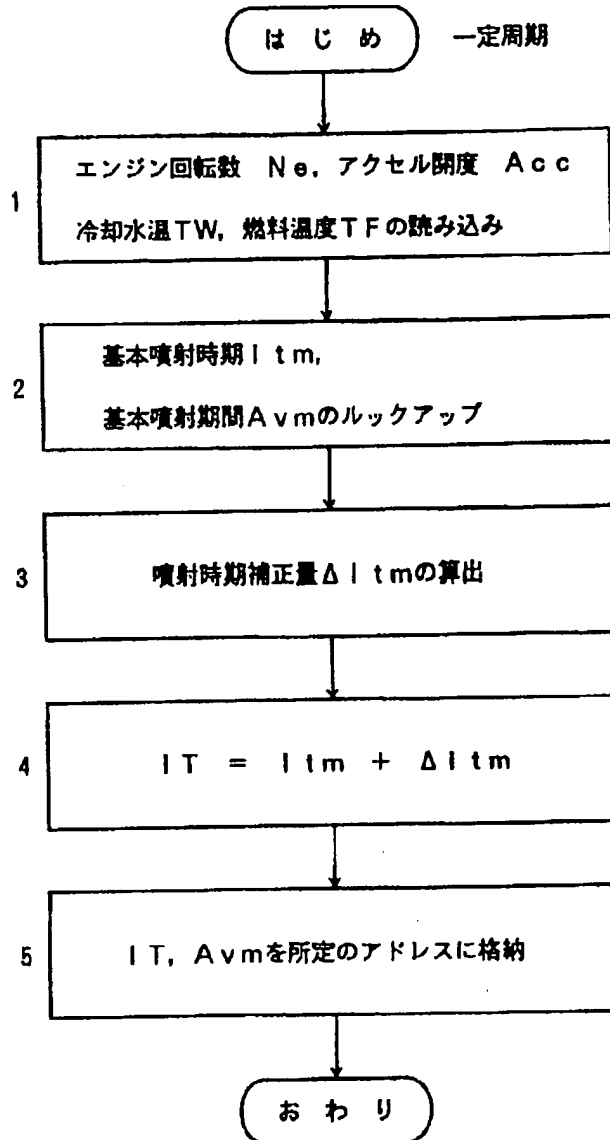
【図16】



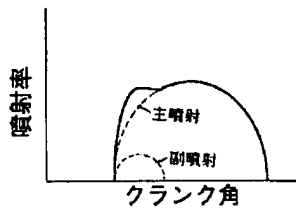
【図8】



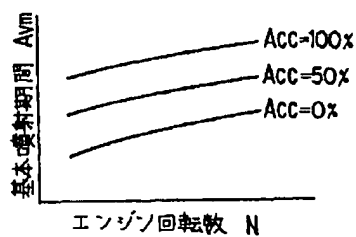
【図9】



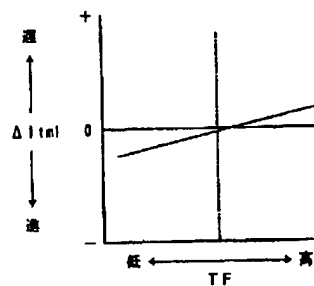
【図10】



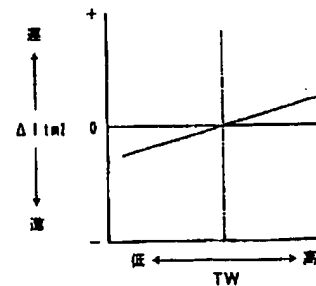
【図10】



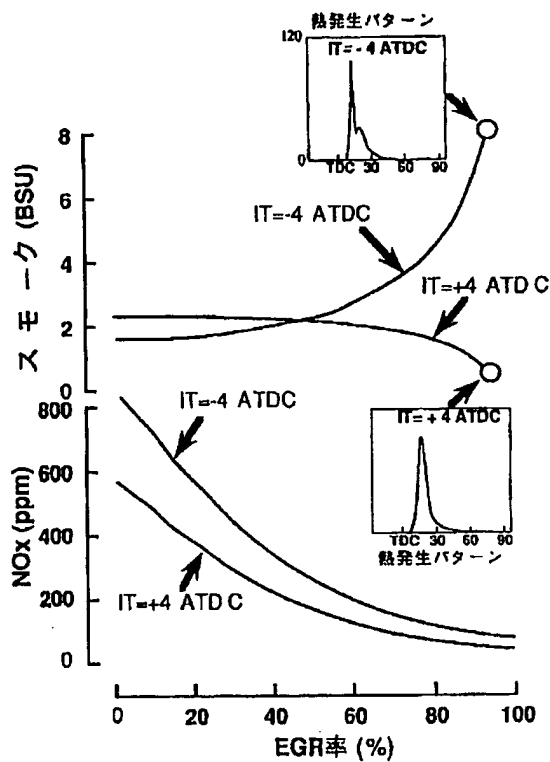
【図11】



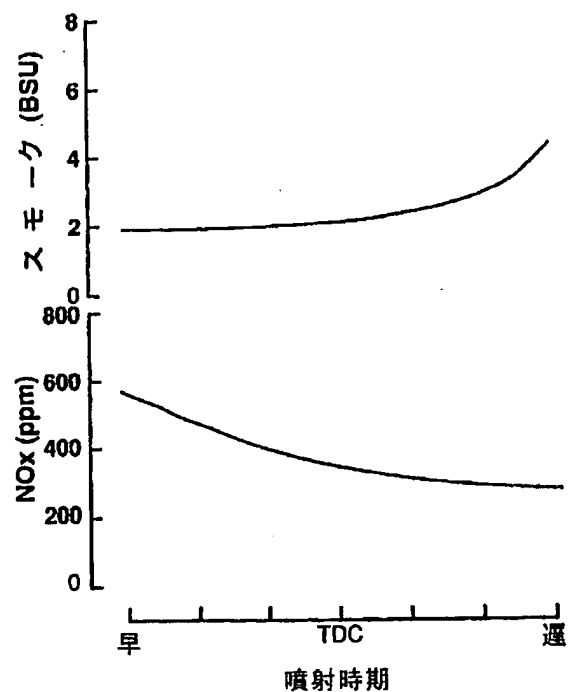
【図12】



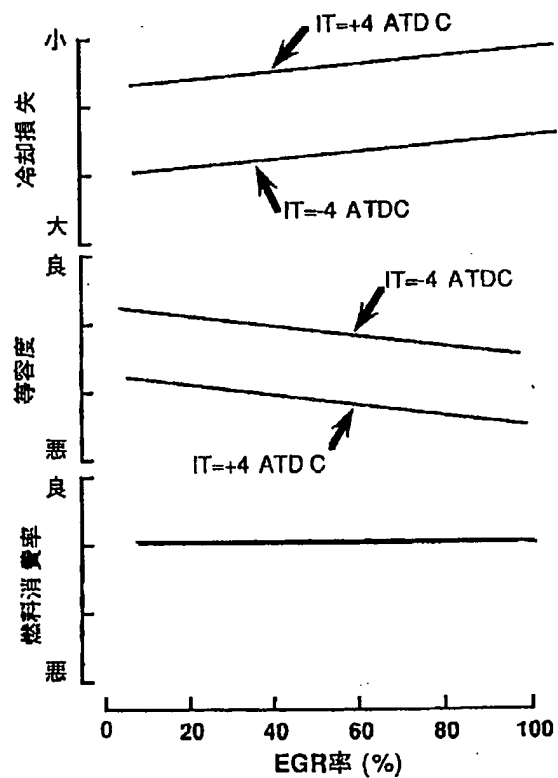
【図13】



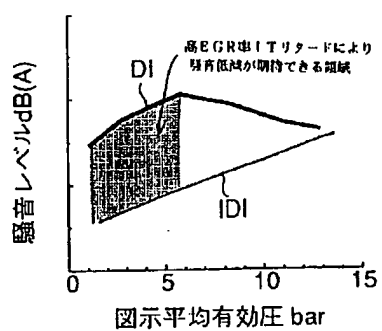
【図14】



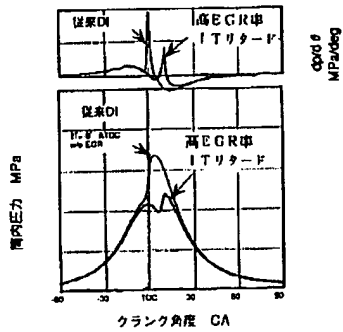
【図15】



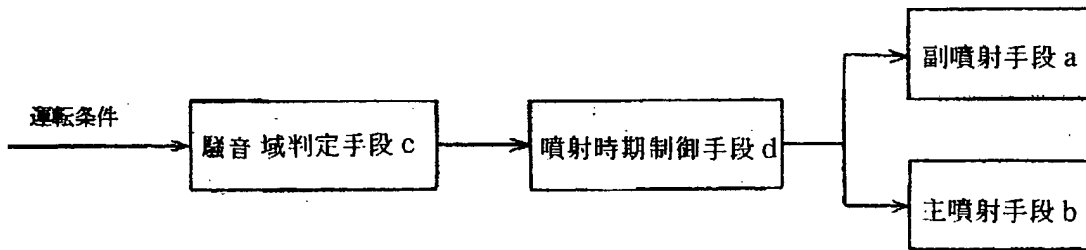
【図17】



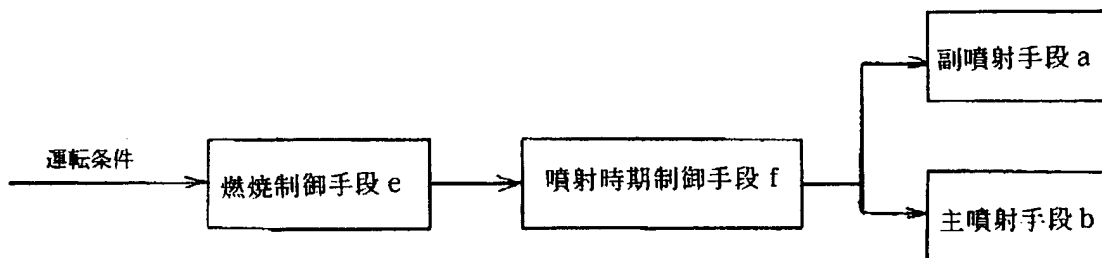
【図18】



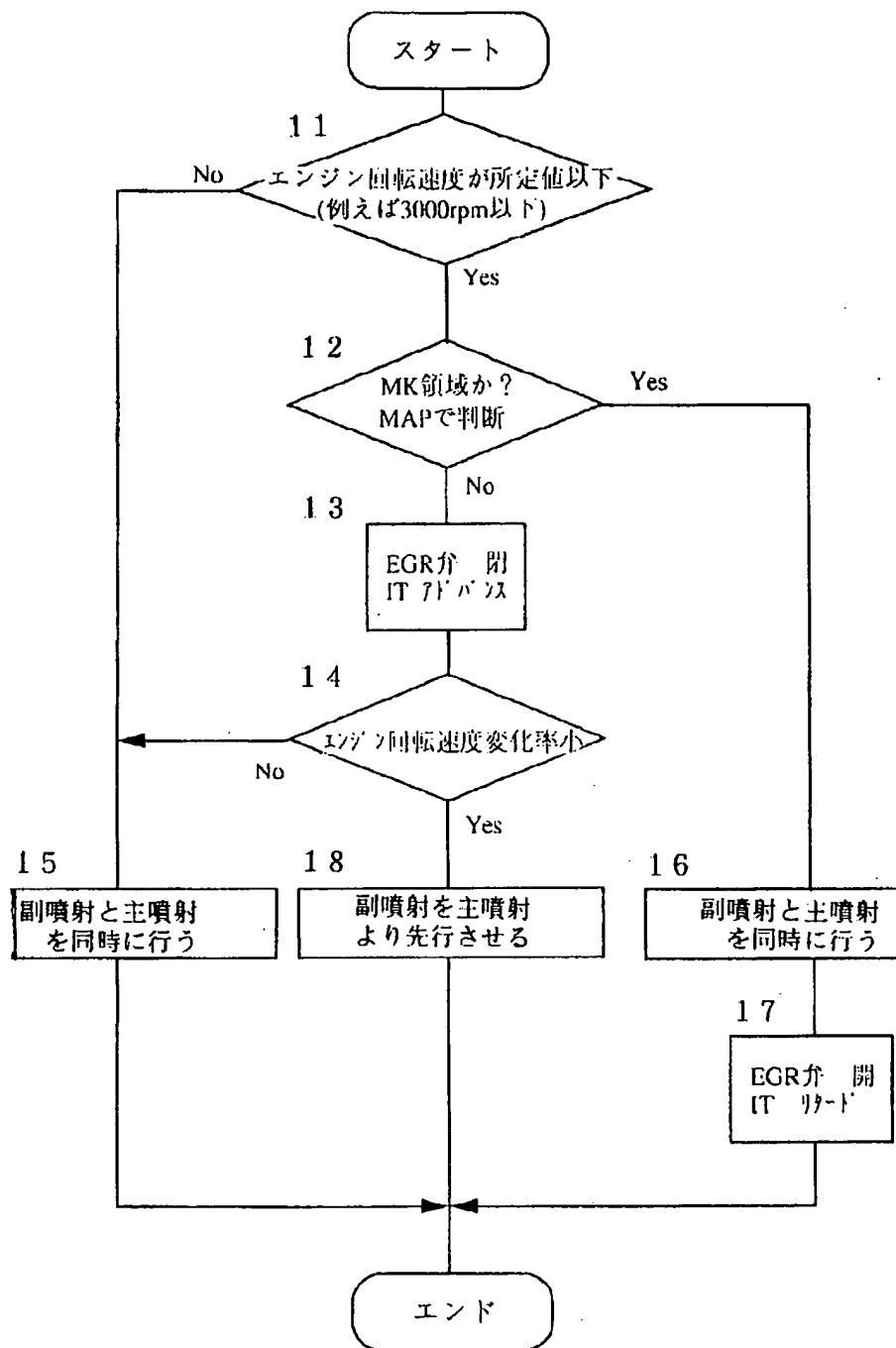
【図21】



【図22】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 43/00		N		
45/00	3 4 5	A		
	3 6 8	U		
F 0 2 M 25/07	5 7 0	J		
		G		